



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП 06.03.01 «Биология»

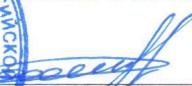
  
(подпись)  
« 15 » 12 2021 г.

Зюмченко Н.Е.  
(Ф.И.О. рук.ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о. заведующего кафедрой  
клеточной биологии и генетики



  
(подпись)  
« 15 » 12 2021 г.

Зюмченко Н.Е.  
(Ф.И.О. зав. каф.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Биоинформатика»**

Направление подготовки — 06.03.01 «Биология»

Биология

Форма подготовки очная

Курс 4, семестр 7

лекции – 36 часов,

практические (семинарские) занятия – 18 часов,

лабораторные работы -

в том числе с использованием МАО – лек. 9 / пр. 9 час.

в том числе в электронной форме - нет.

всего часов аудиторной нагрузки – 54 час.

онлайн-курс – 72 час.

в том числе с использованием МАО – 18 час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа - нет.

в том числе в электронной форме - нет.

самостоятельная работа – 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену – 36 час.

курсовая работа / курсовой проект – нет.

зачет – нет.

экзамен - 7 семестр.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.01 **Биология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 августа 2020 г. № 920.

Рабочая программа обсуждена на заседании Кафедры клеточной биологии и генетики ШЕН протокол № 06 от 15.12.2021г.

и.о. заведующего кафедрой – к.б.н., доцент Н.Е. Зюмченко.

Составитель: ассистент А.В. Бойко.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины:**

**Цель освоения дисциплины «Биоинформатика»** - научить студентов использовать современные эффективные информационные ресурсы в биологии.

### **Задачи:**

- ознакомить студентов с современным состоянием биоинформатики как науки и обозначить ее актуальные задачи, основные успехи и перспективы;
- разъяснить основные принципы хранения и извлечения научной информации;
- научить студентов использовать информационные ресурсы для решения задач молекулярной биологии и эволюционной генетики.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Учебным планом предусмотрены лекции (36 часов) и практические занятия (18 часов), онлайн-курс (72 часа), самостоятельная работа (54 часа, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Биоинформатика является необходимой биологической дисциплиной. В настоящее время наблюдается тенденция все большего движения биологии в сторону точных наук, и математика все более глубоко интегрируется во все области биологической науки. Биоинформатика призвана расширить методологический арсенал студентов и научить их пользоваться мощными и современными инструментами, появившимися благодаря внедрению информационных технологий в биологическую науку. В связи с широким развитием новых методов агрегации, хранения и автоматизированной обработки информации, умение применять эти методы дает огромное преимущество в эффективности научной работы.

Изучение биоинформатики связано с другими дисциплинами ОС. Предшествующие дисциплины: математика, физика, общая биология, цитология, генетика и селекция, биохимия и молекулярная биология.

В результате освоения курса у студента формируются следующие универсальные и общепрофессиональные **компетенции**:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Определяет методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию.
		УК-1.2 Выбирает современные методы информационных технологий и программные средства поиска, сбора, обработки, и передачи научной информации для решения стандартных задач.
		УК 1.3. Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход, современные программные средства для решения поставленных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-1.1 Определяет методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию	Знает: основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию.
	Умеет: структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации.
	Владеет: навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей.
УК-1.2 Выбирает современные методы информационных технологий и программные средства поиска, сбора, обработки, и передачи научной информации для решения	Знает: основные современные технические и программные средства получения, обработки, хранения и передачи научной информации и способы решения стандартных задач в профессиональной деятельности.
	Умеет: правильно использовать современные

стандартных задач	программные средства для решения поставленных задач.
	Владеет: навыками правильного применения современных методов информационных технологий и программных средств поиска, анализа, систематизации и передачи научной информации для решения стандартных задач.
УК-1.3. Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход, современные программные средства для решения поставленных задач	Знает: основные методы поиска, сбора и обработки информации, основы системного анализа.
	Умеет: осуществлять поиск, обработку и анализ информации с помощью современных программных средств, методов и технологий.
	Владеет: навыками поиска и сортировки информации, применения современных компьютерных технологий для решения конкретных задач.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ОПК-7 способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-7.1 Понимает основные принципы работы современных информационных технологий.
		ОПК-7.2 Применяет современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности.
	ОПК-8 способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты	ОПК-8.1 Использует основные методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации.
		ОПК-8.2 Работает с современным оборудованием, анализирует и представляет полученные результаты.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-7.1 Понимает основные принципы работы современных информационных технологий	Знает: основные современные информационные технологии
	Умеет: применять современные информационные технологии для решения общих задач

	Владеет: навыками использовать основных современных информационных технологий для решения общих задач
ОПК-7.2 Применяет современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Знает: особенности применения основных современных информационных технологий
	Умеет: применять современные информационные технологии для решения стандартных профессиональных задач
	Владеет: навыками применения современных информационных технологий для решения стандартных профессиональных задач
ОПК-8.1 Использует основные методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации	Знает: основные методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации
	Умеет: использовать основные методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации
	Владеет: навыками работы с основными методами сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации
ОПК-8.2 Работает с современным оборудованием, анализирует и представляет полученные результаты	Знает: основы работы с современным оборудованием, основы анализа и представления полученных результатов
	Умеет: анализировать результаты, полученные путем сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации с использованием современного оборудования
	Владеет: навыками работы с современным оборудованием и анализа результатов, полученных путем сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации

## II. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часов), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

в том числе ОК	Онлайн-курс
-------------------	-------------

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Конт роль
1	Понятие биоинформатики и круг задач	7	2	-	18	72	18	36	УО-1, ПР-2
2	Биоинформатика последовательностей		2						
3	Домены, неточный поиск и регулярные выражения		4						
4	3D структуры		4						
5	Секвенирование		4						
6	Сборка геномов и транскриптомов		4						
7	Использование NGS-данных		4						
8	Филогенетика		4						
9	Оценка экспрессии генов		4						
10	Биологические сети		4						
	Итого:		36		18	72	18	36	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекции (36 ч)

**Тема 1. Понятие биоинформатики и круг задач (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-беседа)

Детерминизм вселенной и биологическая сложность;

Биология как точная наука;

Понятие биоинформатики, комплекс методов, отрасль науки или модель мышления;

Роль биоинформатики и ее задачи;

Области применения биоинформатики.

**Тема 2. Биоинформатика последовательностей (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Цели сравнения последовательностей;

Первичные способы сравнения;

Понятие строкового расстояния;

Понятие выравнивания последовательностей и его типы;

Матрица замен и ее расчет, типы матриц;

Динамическое программирование и выравнивание;

Алгоритм Нидлмана-Вунша;

Функция штрафов;

Базы последовательностей, типы информации.

**Тема 3. Домены, неточный поиск и регулярные выражения (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Способы представления доменов;

Задача распознавания доменов;

Понятие неточного поиска и роль в биологии;

Понятие регулярных выражений и их применения;

Модели Маркова, их смысл и применение.

**Тема 4. 3D структуры (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Закономерности и фолдинг;

Предсказание структуры РНК и грамматика;

Понятие автоматов;

Использование автоматов для разбора строк;  
Моделирование структуры белков и парадокс Левинталя;  
Сравнение структур белков и РНК.

**Тема 5. Секвенирование (4 ч)** (с использованием метода активного обучения:  
лекция-визуализация)

Виды секвенирования и их применение;  
Обзор секвенаторов;  
Представление данных секвенирования;  
Первичная обработка данных.

**Тема 6. Сборка геномов и транскриптомов (4 ч)** (с использованием метода  
активного обучения: лекция-визуализация)

Задача сборки генома, история;  
Задача сборки генома, настоящее;  
Полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы;  
OLC-алгоритм и граф де Брюйна;  
Дальнейшая работа с геномом или транскриптомом.

**Тема 7. Использование NGS-данных (4 ч)**

Задача картирования прочтений;  
Обзор текущих решений;  
Области применения картирования;  
Идентификация мутаций и сложности.

**Тема 8. Филогенетика (4 ч)**

Концепция случайных мутаций;  
Влияние давления отбора на первичную последовательность;  
Модели эволюции последовательностей;  
Методы реконструкции деревьев;

Процедура построения дерева.

### **Тема 9. Оценка экспрессии генов (4 ч)**

Способы подсчета числа картирующихся прочтений;

Виды представления экспрессии;

Факторы нормализации;

Сравнение экспрессии;

Типы ошибок и оценка доверия;

Множественные сравнения и поправка.

### **Тема 10. Биологические сети (4 ч)**

Типы биологических сетей;

Элементы сети и их отношения;

Понятие дифференциальных уравнений и второй закон Ньютона;

Осцилляторы в молекулярной биологии;

Жизнь, как система дифференциальных уравнений.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 ч)**

**Занятие 1. Понятие биоинформатики и круг задач. Биоинформатика последовательностей (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-диспут)

Языки программирования и знакомство с Python;

Основы Linux;

Первая функция на Python для расчета частот замен.

**Занятие 2. Домены, неточный поиск и регулярные выражения. 3D структуры (4 ч)**

Регулярные выражения в Python, функция поиска;

Регулярный Linux;

Парсинг файлов в Python и Linux.

**Занятие 3. Секвенирование. Сборка геномов и транскриптомов (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Контрольная по пройденному материалу;

Знакомство с Ugene.

**Занятие 4. Использование NGS-данных. Филогенетика (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Знакомство с Biopython;

Типы объектов в Python.

**Занятие 5. Оценка экспрессии генов. Биологические сети (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Манипуляции с данными в DESeq;

Контрольная по пройденному материалу.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биоинформатика» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций;
- 2) самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- 2) подготовку к практическим занятиям;
- 3) подготовку к контрольным работам и тестированию;
- 4) выполнение домашних заданий;
- 5) подготовку к экзамену и зачету.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Биоинформатика»**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>7 семестр</b>				
1	1 неделя – 6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к контрольной работе	6 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
2	7 неделя – 13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к практическим занятиям, контрольной работе	6 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ, тестирование
3	14 неделя – 18 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к практическим занятиям, контрольной работе	6 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ.
	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену.	36 часов	Итоговое собеседование / экзамен

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических работ (устный опрос), проверки домашних

заданий и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме экзамена.

### **Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание №1:** Составление и организация тематической персональной базы данных по научной литературе в программе-менеджере цитирования (программе-библиотекаре).

Студентам предлагается составить свою собственную базу данных по научной литературе из 20 (или большего количества) записей в одной из программ-библиотекарей (reference management software). По умолчанию предлагается воспользоваться программой Mendeley.

#### **Методические указания по выполнению домашнего задания №1**

Необходимые для выполнения данного домашнего задания навыки студенты получают на практических занятиях, где на ряде примеров демонстрируются порядок работы и функционал соответствующих программ. Для использования программы Mendeley необходимо зарегистрироваться на сайте <http://www.mendeley.com/>, скачать и установить программу (бесплатно).

Поиск литературы по тематике можно производить в основных базах данных по научной литературе биологического направления, например, MEDLINE через PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Scopus (<http://www.scopus.com/>) или Web of Science (<http://wokinfo.com/>). Доступ к поиску в базах Scopus и Web of Science является несвободным (по подписке) и может быть осуществлен с компьютеров ДВФУ или при подключении через сеть Университета. Доступ в MEDLINE является свободным.

Наиболее простой способ добавления статей в базу Mendeley возможен при установке официального дополнения для web-браузера, которое добавляет кнопку на панель закладок (<http://www.mendeley.com/import/>). Рекомендуется использовать для этого браузеры Mozilla Firefox или Google

Chrome. В результате локально установленная копия Mendeley получает интеграцию с главнейшими сайтами издательств, баз данных и поисковых систем по научной литературе (Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed, Springer и др.). При нахождении требуемой статьи нужно открыть ее карточку в отдельной вкладке/окне и нажать кнопку дополнения Mendeley на панели закладок браузера. В результате в Mendeley будет создана индивидуальная карточка статьи со всей библиографической информацией о статье.

**Задание №2:** Идентификация предложенных аминокислотных или нуклеотидных последовательностей путем выравнивания.

Студентам предлагаются нуклеотидные или аминокислотные последовательности; требуется определить, какому гену или белку они принадлежат с наибольшей вероятностью. Также требуется указать, какому организму принадлежит данная последовательность, и какие последовательности наиболее гомологичны данной. В предложенные сиквенсы может быть случайным образом внесён ряд замен, делеций или вставок.

Примеры последовательностей для идентификации:

gccttcaggtggcagccgtcagggcacccgggcttcggcgacaaccgcaaggcacctca

FAGKQLEDGRTLSDYNIQKESTLHLVLRRLRGGVIEPSLRILAQKYNQDK  
QICRKCYAR

tttggcctcagctcgctgccctggcttcaagagcagtgccctggcccaaccatctcccttatccagggctttgaca  
ac

MRITLKVGGQPVTFLVDTGAQHSLVLTQNAAPGPLSDKSAWVQGATGG  
KRYRWTTDRKVHLATGKVTHSFLHVPDCPYPLLGGRDLLTKLKAQINFEGS  
GWQVVGPMGQPLQWLTLNIEDEYRLH

**Методические указания по выполнению домашнего задания №2.**

Для проведения выравнивания полученной последовательности с другими из генного банка нужно воспользоваться программой BLAST (Basic Local Alignment Search Tool, <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Необходимо

выбрать нужную разновидность программы, соответствующую полученной последовательности (аминокислотной или нуклеотидной, blastp или blastn соответственно). Также требуется применить разные алгоритмы для выравнивания и сравнить полученный результат, что может быть необходимо в том случае, если студентом была получена последовательность с достаточно большим количеством замен. Результат работы студент представляет в виде копии графического представления элайнмента, построенного программой BLAST с указанием гена/белка с которым было произведено выравнивание и его принадлежности, а также идентификационный номер последовательности в базах данных NCBI. Таким образом нужно выбрать пять первых записей из выдачи BLAST (с наибольшим количеством очков выравнивания). При этом необходимо опустить записи, помеченные как «Predicted» (предсказанные), которые представляют собой открытые рамки считывания, предсказанные по результатам анализа сиквенса всего генома организма, в связи с чем эти последовательности могут оказаться псевдогенами.

**Задание №3:** Составление филогенетического дерева для предложенных нуклеотидных последовательностей при помощи программных средств.

Студентам требуется построить филогенетическое дерево для предложенных нуклеотидных последовательностей. Примеры нуклеотидных последовательностей приведены ниже:

```
AGGGTGGCСТАААТGTGCСТCACACGTTACCCGATATCGATAАТCGCАС  
AGGGTGGCСТААТGTGCСТCACACTTACGCGATATCGATAАТCGCАС  
CGGGTGGCСТАGGCGTGCСТCACACGTTGCCCGATATCGATAАТCGCC  
AGGTTGGCСТАААТGTGCCCCACGTTACCCGATATCGATAАТCGCАС  
CGGGTGGCСТАGGCGTGCСТCACACGTTGCCCGATATCGATAАТCGCАС  
AGCGTGGCСТААТGTGCСТCACACTTACGCGATATCGATAАТCGАС  
ACCGTGGCCААGGTGCСТCACTCАTACGCGATAGTGATTATCGCАС  
ACCGTGGCCАACGGTGTTTCTCACTCGGACGCGATAGTGATTATCGCАС
```

### Методические указания по выполнению домашнего задания №3:

Для построения дерева студентам предлагается рассчитать дистанции при помощи эволюционных моделей, например, модели Таджимы-Неи или модели Кимуры, после чего построить эволюционное дерево, воспользовавшись методом максимальной экономии (maximum parsimony) и оценить достоверность построения методом бутстрэп анализа. В качестве программного средства для построения и визуализации филогенетического дерева предлагается воспользоваться программой MEGA, однако могут быть использованы и другие программы.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование;

ПР-2 – контрольные работы.

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Понятие биоинформатики и круг задач	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
2.	Биоинформатика последовательностей	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
3.	Домены, неточный поиск и регулярные выражения	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
4.	3D структуры	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
5.	Секвенирование	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
6.	Сборка геномов и транскриптомов	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1

7.	Использование данных	NGS-	УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
8.	Филогенетика		УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
9.	Оценка экспрессии генов		УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1
10.	Биологические сети		УК-1 ОПК-7 ОПК-8	Знание Умение Владение	УО-1 ПР-2	УО-1

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в «Фондах оценочных средств».

## **VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Биоинформатика (Природопользовательский аспект) / И. С. Майоров, С. Ю. Голиков ; Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, Кафедра безопасности в чрезвычайных ситуациях и защиты окружающей среды. - Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2015. Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2015. – 209 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797165&theme=FEFU>
2. Биоинформатика : учебник для академического бакалавриата вузов по техническим и естественнонаучным направлениям / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. - Москва : Юрайт, 2017. – 251 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:836777&theme=FEFU>
3. Введение в вычислительную биологию : эволюционный подход / Бернхард Хаубольд, Томас Вие ; пер. с англ. С. В. Чудова. - Москва Ижевск :

Изд-во Института компьютерных исследований, : Регулярная и хаотическая динамика, 2011. – 455 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:673149&theme=FEFU>

4. Леск, А. Введение в биоинформатику (пер. с англ.), 2-е издание // – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. – 318 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797691&theme=FEFU>

5. Порозов, Ю. Б. Биоинформатика [Электронный ресурс] / Ю. Б. Порозов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 54 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65798.html>

### Дополнительная литература

1. Каретин, Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов // Изд-во Дальневосточного университета, 2008. 259 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:262992&theme=FEFU>

2. Картавец, Ю.Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика учебное пособие для вузов // Изд-во Дальневосточного университета, 2009. 277 с. Режим доступа: <http://ini-fb.dvgu.ru/scripts/refget.php?ref=/ukazatel/kartavtsev/kartavtsev54.pdf>

3. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. Учебное пособие // М.: Бином, 2009. 256 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299205&theme=FEFU>

4. Марри, Р., Греннер, Д., Мейес, П. Биохимия человека (пер. с англ. М. Д. Гвоздовой, Р. Б. Капнер, А. Л. Остермана) // М: Мир БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 414 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:277694&theme=FEFU>

5. Петри А., Сэбин К.. Наглядная медицинская статистика [учебное пособие для вузов] (пер. с англ. В. П. Леонова.) // Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. 215 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816955&theme=FEFU>

6. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. Учебник для вузов по биологическим специальностям // М: Академия, 2011. 498 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669007&theme=FEFU>

7. Уилсон, К., Уолкер, Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии (пер. с англ. Мосолова, Т. П., Бозелек-Решетняк, Е. Ю.) // (гл. ред. Гиляров, М.С.). М.: Бином, 2012. 848 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:705602&theme=FEFU>

8. Хаубольд, Б., Вие, Т. Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход (пер. с англ. Чудов, С. В.) / М.: Изд-во Института компьютерных исследований «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. 455 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:673149&theme=FEFU>

9. Царик, Г. Н., Ивойлов, В. М., Полянская, И. А. Информатика и медицинская статистика / Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. 302 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:842407&theme=FEFU>

10. Online Resource Centre: Lesk: Introduction to Bioinformatics (страница вспомогательных ресурсов к книге Артура Леска «Введение в биоинформатику») // Internet:

<http://global.oup.com/uk/orc/biosciences/bioinf/leskbioinf3e/>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://rosalind.info/problems/locations/> - ресурс для самостоятельного изучения биоинформатики Rosalind.

2. <http://bioinformatics.ru/> - сайт Bioinformatics.ru «Биоинформатика, программирование и анализ данных» .

3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - сайт Национального Центра биотехнологической информации NCBI.

4. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> - BLAST: Basic Local Alignment Search Tool.

5. <http://www.mendeley.com/> - Mendeley: Free reference manager and PDF organizer; программа-библиотекарь.
6. <http://www.ebi.ac.uk> - сайт Европейского института биоинформатики
7. <http://www.scopus.com> – библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus
8. <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/> библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. При осуществлении образовательного процесса студенты используют программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word и др.), Statistica, электронные ресурсы сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

2. Библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus, библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science, поисковая система, генный банк и пакет онлайн-программ NCBI, научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система "Znanium", электронная библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО" доступа к образовательным ресурсам доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ.

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе изучения дисциплины «Биоинформатика» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания: лекция, практические занятия, контрольные работы, тестирование, самостоятельная работа студентов.

### **Лекции**

**Лекция** - основная активная форма проведения аудиторных занятий, разъяснения основополагающих и наиболее трудных теоретических разделов основ биоинформатики, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента и особенно важна для освоения предмета. Лекция всегда должна носить познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать главную информацию, желательно собственными формулировками, что позволяет лучше запомнить материал. Конспект является полезным тогда, когда он пишется самим студентом.

В лекции преподаватель дает лишь небольшую долю материала по тем или другим темам, которые излагаются в учебниках. Кроме того, преподаватель информирует студентов о том, какие дополнительные сведения могут быть получены по обсуждаемым темам, и из каких источников. Поэтому при работе с конспектом лекций всегда необходимо использовать основные учебники, дополнительную литературу и другие рекомендованные источники по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

Для изложения лекционного курса по дисциплине «Биоинформатика» в качестве форм активного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, которые строятся на базе знаний, полученных студентами в рамках предшествующих курсу предметов. Для иллюстрации словесной

информации применяются электронные презентации, таблицы, схемы на доске. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные вопросы или вопросы с элементами дискуссии.

### **Лекция – визуализация**

Чтение лекции сопровождается показом таблиц, электронных презентаций, видео-файлов – подобное комбинирование способов подачи информации существенно упрощает ее освоение студентами. Словесное изложение материал должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем на доске, таблицах, слайдах, позволяет формировать проблемные вопросы, и способствуют развитию профессионального мышления будущих специалистов

### **Лекция - беседа**

Лекция-беседа, или как еще в педагогике эту форму обучения называют «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной формой активного обучения и позволяет вовлекать студентов в учебный процесс, так как возникает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного или информационного характера или когда им предлагается самим задать преподавателю вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ; другой может его дополнить. В ходе учебного процесса это позволяет выявить наиболее активных студентов и активизировать тех, которые не участвуют в активной работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь студентов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала, а также определять наиболее интересующие студентов темы, с целью возможной корректировки формы преподаваемого материала.

## **Практические и семинарские занятия**

Практические занятия - коллективная форма рассмотрения учебного материала. Семинарские занятия, которые так же являются одним из основных видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проходящие в интерактивном режиме. На занятиях по теме семинара разбираются вопросы и затем вместе с преподавателем проводят обсуждение, которое направлено на закрепление обсуждаемого материала, формирование навыков вести полемику, развивать самостоятельность и критичность мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В случае, когда студентам необходимо подготовить доклады по определенной тематике, студенты могут выбирать интересующие их темы и составлять доклады как индивидуально, так и в группах по 2-3 человека. Подобная групповая работа также способна стимулировать общее обсуждение тем, затрагиваемых на семинарах, улучшает производительность труда студентов и увеличивает степень вовлеченности в предмет.

В качестве методов активного обучения используются на семинарских занятиях: семинар-пресс-конференция, развернутая беседа, семинар-диспут.

Также на практических занятиях осуществляется решение практических задач, разбор на реальных практических примерах методики использования различных биоинформационных инструментов. Для осуществления части занятий необходимо проводить их в компьютерном классе. Преподаватель демонстрирует необходимый материал на собственном компьютере через проекционное оборудование и дает студентам задание, которые выполняют его каждый на отдельном компьютере в классе.

**Развернутая беседа** предполагает подготовку студентов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся студентами по

заранее предложенной тематике с предоставлением списка вопросов и тем для обсуждения.

**Семинар-диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Семинар-пресс-конференция.** Преподаватель поручает группам студентов подготовить краткие доклады. Затем участники групп делают доклад. После доклада студенты задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия вместе с преподавателем. При данном типе активности основная инициатива принадлежит студентам.

**Семинар-практикум.** Данное практическое занятие имеет своей целью продемонстрировать и обучить студентов различным практическим навыкам.

### **Методические указания по подготовке к практическим работам и их выполнению**

К практическим работам студент должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме.

По окончании занятия может быть выдано домашнее задание по новой теме.

Ответы на вопросы, выступления и активность студентов на занятии оцениваются текущей оценкой.

На практических занятиях осуществляется решение практических задач, разбор на реальных практических примерах методики использования различных биоинформационных инструментов. Для осуществления части занятий необходимо проводить их в компьютерном классе. Преподаватель демонстрирует необходимый материал на собственном компьютере через

проекционное оборудование и дает студентам задание, которые выполняют его каждый на отдельном компьютере в аудитории.

### **Контрольные тесты**

Текущий контроль усвоения материала оценивается по устным ответам, контрольным работам, а также по основным темам курса проводится в виде бумажного тестирования.

Из оценок практических, контрольных работ и тестирования в основном складывается оценка промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочие варианты.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

### **Методические указания по подготовке к контрольным работам**

По отдельным темам на практических занятиях могут проводиться контрольные работы, контрольно-практические работы или тестирование. К контрольной работе (тестированию) студент должен подготовиться особенно тщательно, так как полученная оценка идет в рейтинг. Необходимо еще раз повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел в учебнике, вспомнить семинарскую дискуссию. Для хорошего запоминания формул, схем, терминов их нужно прописать несколько раз на бумаге. Если предполагается решение задач, полезно заранее проработать аналогичные.

В контрольной работе теоретические вопросы должны быть освещены кратко, но достаточно полно. В ответе должно содержаться определение

явления, процесса, структуры, перечисление наиболее характерных признаков или свойств явления, процесса, структуры. Приветствуется схематизация ответа в виде рисунка с указанием деталей и связей. Контрольно-практические задания, как правило, выполняются на компьютере и заключаются в выполнении заданий, аналогичным разбираемым на практических занятиях.

### **Критерии оценки контрольных работ**

**Контрольная работа (тест)** является письменной или электронной формой контроля текущего усвоения материала по большому разделу (теме) дисциплины, оценивает усвоение терминов, основных понятий, методов, способности решать практические задачи.

#### Критерии оценки контрольной работы (теста):

Контрольные работы оцениваются долей выполненной работы от объема всего задания.

5 баллов выставляется студенту, если он выполнил 86-100 % всего объема задания.

4 балла выставляется за выполнение 76-85 % всего объема задания.

3 балла выставляется за выполнение 61-75 % всего объема задания.

2 балла выставляется за выполнение 50-61 % всего объема задания.

1 балл выставляется за выполнение менее 50 % всего объема задания.

0 баллов выставляется при отсутствии связных ответов на вопросы контрольной работы.

Тестирования и контрольные работы проводятся в часы, отведенные на практические занятия.

### **Критерии оценки устного ответа, коллоквиумов**

Оценка устного выступления студента на практическом занятии (семинаре, коллоквиуме) производится в баллах от 0 (неудовлетворительно) до 3 (отлично).

Оценка «3 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

«2 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускается одну - две ошибки в ответах.

«1 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.

«0 баллов» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы не дает ответа, или же его ответы демонстрируют, он что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускает серьезные ошибки в содержании ответа.

**Контрольное собеседование (экзамен)** студента с преподавателем также имеет большое значение для формирования итоговой оценки.

#### **Критерии экзаменационной оценки**

Оценка «5» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом и не допускает ошибок при ответе на вопросы экзаменационного билета, кроме того легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «4» ставится тогда, когда студент знает весь изученный материал; но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, которые задает преподаватель, но при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «3» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменационного билета, плохо отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится тогда, когда студент не владеет материалом изучаемой дисциплины и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

### **Методические указания по работе с литературой**

1. Студентам предлагается составить первоначальный список источников. Также список может быть предоставлен преподавателем, при необходимости, набор литературы может быть ограничен этим списком. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде электронной базы данных в программе-библиотекаре, например, Mendeley. Такая база данных имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, выполнять поиск, составлять библиографические списки по требуемым шаблонам и многое другое. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, а также электронные ресурсы и базы данных, к которым предоставляет доступ библиотека ДВФУ.

2. Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционная аудитория с мультимедийным обеспечением (проектор, экран).

2. Аудитория для проведения практических занятий и тестирования.

3. Компьютерный класс с количеством компьютеров, соответствующим количеству студентов. Компьютеры должны быть оснащены программами Microsoft Word, Microsoft Excel, Statistica и иметь доступ к ресурсам Scopus и Web of Science.

## **Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Текущая и промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Биоинформатика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По изучаемой дисциплине для текущего контроля и промежуточной (семестровой) аттестации используются следующие

#### **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА:**

УО-1 – индивидуальное собеседование, в основном на экзамене;

ПР-2 – контрольные работы.

**Устный опрос** - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене и зачете), коллоквиум, доклад.

#### Критерии оценки устного ответа:

«5 баллов» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

«4 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускаются одну-две ошибки в ответах.

«3 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.

«2 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

**Семинарское занятие** может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов. На коллоквиумах могут обсуждаться все или отдельные темы, вопросы изучаемого курса.

Критерии оценки за выступления (доклады) на коллоквиумах те же, что и при устном ответе.

**Контрольная работа** является письменной или электронной формой контроля текущего усвоения материала по большому разделу (теме) дисциплины, оценивает усвоение терминов, основных понятий, методов, способности решать практические задачи.

Критерии оценки контрольной работы по предмету «Биоинформатика»:

Контрольные работы оцениваются долей выполненной работы от объема всего задания.

5 баллов выставляется студенту, если он выполнил 86-100 % всего объема задания.

4 балла выставляется за выполнение 76-85 % всего объема задания.

3 балла выставляется за выполнение 61-75 % всего объема задания.

2 балла выставляется за выполнение 50-61 % всего объема задания.

1 балл выставляется за выполнение менее 50 % всего объема задания.

Контрольные работы проводятся в часы, отведенные на практические занятия. Из оценок контрольных работ, а также с учетом активности студента на семинарских занятиях складывается **рейтинговая оценка** промежуточной (семестровой) аттестации по данной дисциплине (если формируется рейтинг-план).

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по предмету «Биоинформатика» предусмотрен **экзамен**.

#### **Методические указания по сдаче экзамена**

На экзамене в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам билетов, составленных ведущим преподавателем и подписанных заведующим кафедрой.

Экзамены принимаются ведущим преподавателем. Экзаменационные ведомости преподаватель берет заранее у администратора образовательной программы.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования студентом средств для списывания, экзаменатор имеет право удалить студента с экзамена, а в экзаменационную ведомость поставить неудовлетворительную оценку.

При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору. Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки студента: название дисциплины в соответствии с учебным планом, ее трудоемкость, фамилия преподавателя, оценка, дата, подпись.

Для сдачи устного экзамена в аудиторию одновременно приглашается 5-6 студентов. Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения экзаменатора студентам запрещается. Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на устном экзамене – 30 минут.

При проведении экзамена экзаменационный билет выбирает сам студент. При сдаче устного экзамена экзаменатор может задавать дополнительные вопросы. Если студент затрудняется ответить на один вопрос выбранного билета, то ему можно предложить взять другой билет, при этом оценка снижается на балл.

При промежуточной аттестации установлены оценки на экзамене «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При неявке студента на экзамен без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам экзаменов, не подлежат пересмотру. Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

#### Критерии выставления оценки на экзамене

Оценка «5» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом и не допускает ошибок при ответе на вопросы экзаменационного билета, кроме того легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «4» ставится тогда, когда студент знает весь изученный материал; но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, которые задает преподаватель, но при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «3» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменационного билета, плохо отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «2» ставится тогда, когда студент не владеет материалам изучаемой дисциплины и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

При использовании рейтинговой системы аттестации по дисциплине «Биоинформатика» окончательная оценка складывается из результатов текущего контроля успеваемости (посещаемость занятий, семинары, контрольные работы) и сдачи экзамена.

### **Вопросы к экзамену по дисциплине «Биоинформатика»**

1. История развития молекулярной биологии и биоинформатики
2. Центральная догма молекулярной биологии. Принципы хранения и реализации генетической информации
3. Свойства генетического кода
4. Типы нуклеотидных замен и мутаций
5. Транзиции и трансверсии
6. Инсерции/делеции
7. Основные принципы эволюционного процесса. Гомология, аналогия/конвергенция.
8. Естественный отбор и неodarвинизм
9. Концепция молекулярных часов
10. Принципы индексирования информации в базах данных. Метаданные
11. Фундаментальные поисковые операторы. Булевы операторы.
12. Поисковые системы. Сфокусированные поисковые машины.
13. Базы данных по научной литературе и цитированию.
14. Индексы цитирования. Библиометрика.

15. Программы - системы управления библиографической информацией
16. Выравнивание первичных последовательностей биологических макромолекул.
17. Точечные матрицы сходства последовательностей
18. Глобальное и локальное выравнивание. Динамическое программирование
19. Множественные выравнивания
20. Генетические дистанции
21. Филогенетические эволюционные модели: модель Джукса – Кантора
22. Модель Кимуры
23. Модель Таджимы – Неи
24. Гамма-дистанции
25. Аминокислотные дистанции. Матрицы аминокислотных замен
26. Методы анализа дискретных признаков
27. Филогенетические деревья.
28. Построение филогенетических деревьев методом UPGMA
29. Построение филогенетических деревьев методом трансформированной дистанции
30. Метод минимума эволюции. Метод присоединения соседей
31. Метод максимальной экономии
32. Метода максимального правдоподобия
33. Bootstrap-поддержка филогенетических деревьев
34. Уровни организации белковых молекул. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура.
35. Факторы, стабилизирующие трехмерную структуру белков
36. Фолдинг белков
37. Парадокс Левинталя. Проблема прогнозирования фолдинга и
38. Изоформы белков. Классификация структур белков
39. Структурные выравнивания биомолекул.

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Варианты контрольных работ по предмету «Биоинформатика»

#### Контрольная работа №1

#### «Основные принципы молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии»

##### Вариант №1.

1). Достройте комплементарную цепочку к следующей одноцепочечной молекуле ДНК, укажите ее направленность (3' и 5' концы):

**5' G – G – T – A – G – T – T – A – G – C – C – A – T – C – G 3'**

2). Как называются ферменты, достраивающие по матрице одной цепи ДНК вторую, комплементарную ей, цепь?

- а. Гистоны
- б. Полимеразы
- в. Праймазы
- г. Хеликазы

3) Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии. Назовите основные процессы синтеза, отражающие этапы реализации генетической информации.

4) В чем заключается вырожденность генетического кода?

##### Вариант №2.

1). Достройте комплементарную цепочку к следующей одноцепочечной молекуле ДНК, укажите ее направленность (3' и 5' концы):

**3' T – C – T – T – G – A – A – T – G – C – G – G – T – C – G 5'**

2). Как называются ферменты, достраивающие по матрице цепи ДНК комплементарную ей цепь РНК?

- а. РНК-Хеликазы
- б. Праймазы
- в. Гистоны
- г. РНК-полимеразы

3) Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии. Назовите основные процессы синтеза, отражающие этапы реализации генетической информации.

4) В чем заключается триплетность генетического кода?

### **Контрольная работа №2**

#### **«Теория поиска научной информации»**

##### **Вариант 1.**

- 1) Назовите основные булевы операторы. Каково их назначение?
- 2) Назовите основные поисковые операторы, способные ограничить область поиска в поисковой системе Yandex.
- 3) Каков основной функционал Web of Science? Для каких задач можно использовать эту систему?

##### **Вариант 2.**

- 1) Что такое регулярные выражения? Приведите примеры.
- 2) Назовите основные поисковые операторы, способные ограничить область поиска в поисковой системе Google Scholar?
- 3) Каков основной функционал Scopus? Для каких задач можно использовать эту систему?

### **Контрольно-практическая работа №3**

**Задание:** В базе данных GenBank, доступ к которой осуществляется с главной страницы института NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), найдите

последовательность матричной РНК для заданного гена определенного организма.

Примеры генов:

- Ген р53 человека
- Обратная транскриптаза вируса MMLV
- Ген прионного белка домашней коровы (PRNP)

Выполните выравнивание найденной нуклеотидной последовательности при помощи программы BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) с апробированием различных алгоритмов и сравнением результатов их применения. Определите, какие последовательности из генного банка в наибольшей степени гомологичны вашей последовательности (укажите 10 первых из них). Каким организмам они принадлежат?